

学 工 学 农 丛 书

DIAN

DONG

JI

# 电动机

上海人民出版社

# 电 动 机

沈菁华 胡泰泉 编

上海人民出版社

学工学农丛书

电 动 机

沈菁华 胡泰泉编

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷三厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 3.625 字数 54,000

1976年1月第1版 1976年1月第1次印刷

统一书号: 15171·207 定价: 0.21元

## 毛主席语录

教育必须为无产阶级政治服务，  
必须同生产劳动相结合。

学生也是这样，以学为主，兼学  
别样，即不但学文，也要学工、学农、学  
军，也要批判资产阶级。

## 目 录

前言 .....	1
第一章 正确选用电动机 .....	5
第一节 电动机的铭牌 .....	5
第二节 电动机的选择 .....	19
第二章 三相异步电动机的构造与原理 .....	22
第一节 三相异步电动机的构造 .....	22
第二节 三相异步电动机的运转原 理 .....	30
第三节 三相异步电动机运行情况 分析 .....	40
第三章 三相异步电动机的定子绕组 .....	52
第一节 定子绕组的结构和分布 .....	52
第二节 绕组的接线 .....	64

第四章	三相异步电动机的减压起动	.....74
第一节	减压起动的意义	.....75
第二节	星—三角减压起动	.....76
第三节	自耦减压起动	.....81
第四节	减压起动方法的比较	.....83
第五章	电动机的维护及故障分析	.....85
第一节	电动机的正确使用	.....85
第二节	电动机的保养	.....94
第三节	电动机故障及处理方法	.....102

## 前 言

自十九世纪八十年代三相异步电动机诞生以来，由于它结构简单，坚固耐用，容易掌握和维修，因此，成为现代电动机中应用最广泛的一种。

解放以前，我国电机工业的基础十分薄弱，主要是修理和仿造一些小型电机，那时国内所使用的电动机几乎全部从国外进口，这完全是国民党反动派的黑暗统治和帝国主义残酷掠夺的结果。

解放以后，在党和毛主席的英明领导下，电机工业也和其他工业一样获得了飞跃的发展。电机工业已从无到有，从小到大，逐步形成了一个能生产多品种和具有相当设计制造能力的完整体系。尤其经过无产阶级文化大革命和批林批孔运动，在毛主席关于理论问题重要指示的指引下，广大工人、干部、技术人员狠批了刘少奇、林彪推行的“爬行主义”、“专家治厂”、“洋奴哲学”等修正主义办企业路线，使电机制造工业有了新的发展，取得了不少新的成果。如试制成功了JO3铝线电动机并投入成批生产，为国家节约了大量铜材。还

试制成功了防磁电机、高压潜水泵电机、杠杆式电制动电机、高出力电机及屏蔽电机等，制造这些电机时，都采用了新工艺、新技术、新材料，其中部分产品达到或超过了世界先进水平。我们深信，在毛主席革命路线指引下，在批林批孔运动推动下，我国电机工人一定会闯出一条发展自己电机工业的崭新道路，在赶超世界先进水平方面作出新的成绩。

无产阶级文化大革命和批林批孔运动，推动了教育革命，使教育阵地发生了深刻的变化。广大师生走出校门，到工厂去，到农村去，在三大革命运动的实践中，接受工农兵的再教育，在广阔的天地里锻炼和改造自己。在开门办学的过程中，他们与工农兵同学习、同批判、同劳动，有力地促进了世界观的改造。与此同时，他们还广泛地接触到各种动力机器。目前农村中，广大贫下中农遵循伟大领袖毛主席关于“**农业的根本出路在于机械化**”的教导，在工人阶级支援下，在农业生产中大量采用各种农业机械，其中电动机就是很重要的一个品种，上海郊区各公社现有电动机的数量比无产阶级文化大革命前大大增加。广大贫下中农说得好：“小小电机实在好，备战备荒立功劳，扬谷、脱粒威力大，抗旱排涝夺丰收。”为了适应新形势的需要，使教育工作更好地为经济基础服务，为巩固无产阶级专政



服务,因此,广大师生很需要了解有关电动机方面的知识。

电动机俗称马达,它是一种将电能转变为机械能的装置,目前已成为各种机械设备广泛采用的动力。

电动机的种类很多,按其电源性质可分为直流电动机和交流电动机两种。直流电动机有良好的调速特性和起动特性。在需要调速平滑且有较广的调速范围的电力拖动中,直流电动机用得较多。如轧钢机、矿井提升机、大型挖土机、龙门刨床、电车及起重机等,就是用直流电动机作动力的。

但是由于直流电源不如交流电源那样容易获得,而且直流电动机的造价也比交流电动机的贵得多,因此直流电动机的应用就不如交流电动机那样普遍。

交流电动机又可分为同步电动机和异步电动机,而异步电动机又可分成三相的和单相的两种。

如果按其功率大小来分,则又可分为微型、小型、中型和大型电动机等。

微型电动机的功率一般从4瓦到600瓦左右,主要用于轻工业、食品工业、医疗卫生事业和日常生活等方面。如用来驱动小型仪表机床、离心机、压缩机、医用钻牙机、风扇、录音机、电唱机、缝纫机和油泵等,也可用在各种自动装置中作为辅助的驱动电机。

小型电动机一般从 0.6 瓩到 100 瓩左右，由于中小型机械的功率一般都在此范围内，所以这种电机用途广、产量大，它的产量占交流电动机总产量的 85% 左右。它用作各种机床、冶金设备、海洋运输工具、搅拌机、碾米机、矿山机械、各种机器设备以及农用机械的动力部分。

中型电动机一般从 100 瓩到 1000 瓩左右，通常用于冶金工业、采矿工业、重型机器制造业、重型起重设备(如起落水闸、沉箱等)，以及自来水厂的大流量水泵中。这类电动机生产数量较小型电动机为少。

大型电动机功率在 1000 瓩以上，一般不成批生产，而是根据需要使用个别设计制造。

由于三相异步电动机应用广泛，因此本书只介绍这方面的内容。



## 正确选用电动机

---

电动机的类型很多,功率大小也相差很大,而使用电动机的场所不同对电动机又有不同的要求,因此,正确地选用电动机是很重要的。

### 第一节 电动机的铭牌

毛主席教导说:“任何一个部门的工作,都必须先有情况的了解,然后才会有好的处理。”为了对电动机有个概括的了解,应该先熟悉电动机的铭牌。

每一台电动机在机座外壳上都装有一块铭牌,上面注有这台电动机的性能和一些必要的规格,这对于使用、检查和修理电动机都很重要。

下面是一台三相异步电动机的铭牌。

### 三 相 异 步 电 动 机

型 号	JO2-41-2	容 量	5.5 瓩
转 速	2910 转/分	定 额	连续
电 压	220/380 伏	电 流	19.05/11 安
接 法	$\Delta/Y$	频 率	50 赫
功率因数	0.85	温 升	75°C
绝缘等级	E	重 量	40 公斤
产品编号	0431	出厂日期	1973 年 9 月

× × 电 机 厂

铭牌上除了一些容易看懂的项目以外，我们作一简单的介绍。

#### 一、型号

电动机的种类和型式是用“型号”来表示的。电动机型号代表这是一台什么样的电动机，正如每个人有一个名字一样。

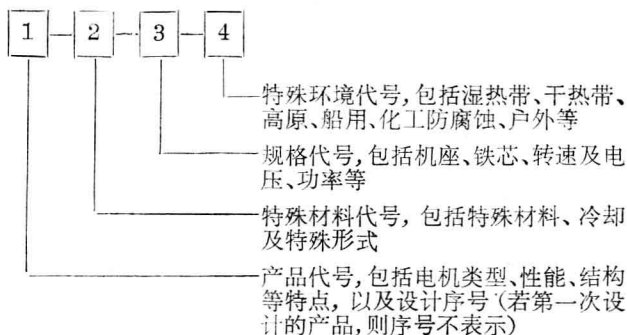
我国电机的产品型号，是根据第一机械工业部颁发的电工产品型号编制办法和申请办法统一编制的。

统一了产品型号，可以免除出现同一产品型号各不相同或不同产品型号重复的弊病，便于使用、制造、设计等部门进行业务联系和简化技术文件中产品名称、规格、型式等的叙述。

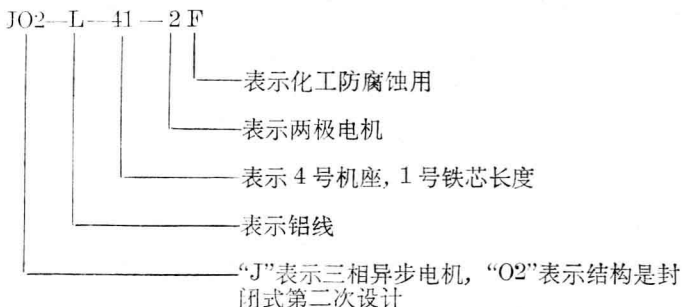
电机产品型号一律是采用大写印刷体的汉语拼音

字母和阿拉伯数字来表示的。

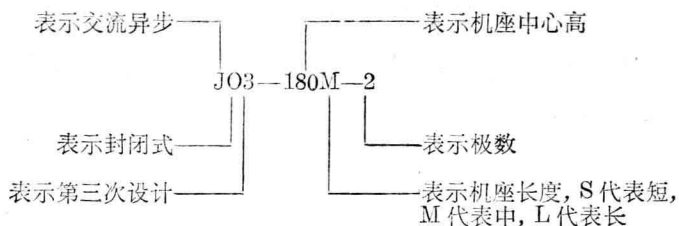
以中小型电机为例，说明产品全型号的组成和排列顺序如下：



例：化工防腐蚀封闭式铝线三相异步电动机



如果属于用铜线及一般用途，则第二项“L”及最后项“F”不予注明，型号便可写成 JO2-41-2。也有如下表示的：



国产电机常用代号分别见表 1-1、表 1-2 和表 1-3。

表 1-1 电机类型代号

电机类别	汉语代号	汉语拼音代号
交流异步电机	异(交)	J
同步电机	同	T
直流电机	直	Z

表 1-2 特殊材料及电机特征代号

汉语代号	汉语拼音代号
铝 线	L
水 冷	S
风 力	F

常用三相异步电动机系列有：

**J 系列电动机：**这是防护式的三相异步电动机，它能防止水滴、铁屑或其他异物从与垂直线成  $45^\circ$  角度以内的方向掉入电机内部。功率范围为 0.6 瓩～

表 1-3 特殊环境代号

汉语代号	汉语拼音代号
按热带电工产品标准生产用	T
湿热带用	TH
干热带用	TA
高原用	G
船(海)用	H
化工防腐蚀用	F
户外用	W

125 瓩。同步转速\*有 3000 转/分, 1500 转/分, 1000 转/分及 750 转/分等四种(即极数为二极、四极、六极、八极)。主要用于传动和对起动性能、转速调节要求一般及灰尘较少的场合。

**JO 系列电动机:** 这是封闭扇冷式的三相异步电动机, 它能防止尘土、水滴及其他飞扬物件进入电机内部, 功率范围为 0.6 瓩~100 瓩, 其他性能与 J 系列电动机相同。

**JQ 系列电动机:** 这是一种防护式小型高转矩三相异步电动机, 外型特点与 J 型电动机相同。功率范围为 4.5 瓩~100 瓩。同步转速为 1500 转/分, 1000 转/分及 750 转/分, 用于拖动静止负载或惯性负载较

\* 同步转速是指定子线圈通以三相交流电后, 所产生的旋转磁场的转速, 详见第二章。

大的机械，如碾泥机、致冷机、起重及运输机械等。

**JQO 系列电动机：**这是高转矩封闭扇冷式三相异步电动机。用途及性能与 JQ 系列相同，但可用于尘土飞扬、水土四溅的地方。

**JR 系列电动机：**这是防护式的线绕转子（滑环式）电动机。功率范围为 28 瓦~410 瓦，同步转速有 1500 转/分，1000 转/分及 750 转/分三种。在供电线路容量不足，不允许鼠笼式异步电动机直接起动的地方较为适宜。可用于带动大型轴流泵等需要高起动转矩的场合。

## 二、容量

额定容量也称额定功率，它是指该电动机输出的机械功率，一般称为电机的出力。在使用时要注意电动机的功率与所拖动机械的功率相匹配，若电动机的功率过大不仅造成大马拉小车不能充分发挥电动机作用，而且效率和功率因数都将降低，造成浪费，过小则拖不动工作机械或超负荷工作导致电动机的损坏，这些都是不允许的。电动机功率一般要选得比被带动的工作机械的功率稍大一些，以便补偿能量损失。一般情况下，电动机功率约为被带动机械功率的 1.05~1.10 倍。

例如，有一台水泵，其功率是 15 马力，应选多大的电动机来拖动呢？



用  $N$  表示电动机功率,  $N_i$  表示水泵功率

取  $N = 1.10N_i$

则  $N = 1.10 \times 15 = 16.5$  马力  $\approx 12.1$  瓩

查产品目录没有 12.1 瓩的电动机, 可选用 13 瓩电动机作为动力设备。

### 三、温升、绝缘等级及定额

(一) 温升表示电动机绝缘等级所允许的最高温度和环境温度的差额。如环境温度为  $40^\circ\text{C}$  而电动机铭牌上规定的温升为  $75^\circ\text{C}$ , 则电动机在使用过程中因发热而测得的温度不得超过  $40^\circ\text{C} + 75^\circ\text{C} = 115^\circ\text{C}$ 。如果发现超过规定温升就应立即停机检查, 一般情况下不能用水浇电动机使其冷却。电动机最容易发热损坏的部分是绕组, 所以铭牌上的“温升”是指绕组的允许温升, 这个数值是由制造厂根据所用绝缘材料的等级来决定的, 绝缘材料越好, 允许温升也越高, 现在电机一般所用的绝缘材料有五级: A、E、B、F、H, 它们所能承受的最高温度及温升(用电阻法\*计算)如下:

\* 电阻法是根据电动机在发热时的电阻变化来测定温度。这种方法所测得的是绕组温度的平均值。

令  $r_1$  代表绕组在某一开始温度  $t_1$  下的电阻值(欧姆数), 如果工作时绕组温度升高到  $t_2$ , 则其电阻  $r_2 = r_1[1 + \alpha(t_2 - t_1)]$ , 由此得  $t_2 - t_1 = \frac{r_2 - r_1}{r_1} \cdot \frac{1}{\alpha}$ , 对铜来说  $\alpha = 0.004$ 。用电阻法所测得的绕组平均温度比它的最高温度要低。